

コンピューターゲーム機のための立体画像技術

宮 沢 篤

Three-Dimensional Imaging Technologies for Computer-Based Game Machines

Atsushi MIYAZAWA

So far, companies all over the world have released a huge number of games incorporating state-of-the-art computer technologies. Recent computer-based game machines, which have evolved through several stages of technical innovation, constitute what may be called a brand-new interactive medium. We produced a commercially viable version of a multi-view autostereoscopic display system that uses a lenticular array and a high-resolution color LCD panel. Such displays are expected to be particularly effective in the multimedia environment that will be provided by next-generation game machines and mobile communications terminals. This article discusses the effectiveness of our autostereoscopic display in terms of both the hardware and the software, taking account of the design of the final three-dimensional image contents.

Key words: three-dimensional display, autostereoscopy, lenticular array, game machine, mobile multimedia

1. ゲーム機と立体画像の歴史

米インテル社が最初の一般向けマイクロプロセッサ 8008 を発表した 1972 年に、米マグナボックス社（フィリップスの米国法人）から最初の家庭用ゲームシステム「オデッセイ（Odyssey）」が、そしてアーケード（業務用）の世界では、米アタリ社を設立した Nolan Bushnell によって「ポン（PONG）」が相次いで開発されたことから、商業的な見方をすれば、この年をゲーム産業における「物語の始まり」と考えることができる。1950 年代には、真空管方式のアナログコンピューターを使って（主に弾道計算による）、微分方程式の解曲線を対話的にオシロスコープ上に表示するシステムが存在してはいたもの[†]、はたしてそれらをコンピューターゲームとよぶべきかどうかについては、大いに意見の分かれるところであろう。標準の TV モニターを使った商業製品としながらも、ゲームとしての面白さを最大限に追求した功績から、Odyssey の開発者である Ralph Baer と Nolan Bushnell の 2 人が、コンピューターゲームの発明者とよばれるに相応しい。ゲーム機の画面は、ちょうど映画やテレビのセル画によるアニメーションのような、背景とスプライト（sprite、動画）の多重合成か

ら成り立っていた 2 次元の世界を経て、今日ではポリゴン（多角形）のスキャンコンバージョン、そしてグーローシェーディングやテクスチャマッピングなど、3 次元コンピューターグラフィックス（3DCG）の最新技術をふんだんに使用している。

このように、現在のゲーム機が登場するまでの歴史は、コンピューター自身が発展していった過程をそのまま忠実にたどりながら、ゲームの面白さを追求していく中で、制御、映像、音声、通信などにおける新しい技術が導入され、進化してきた²⁾。そして、ゲームに代表されるコンピューター・エンターテインメントが、ごく最近になって、マルチメディア化された移動通信の世界へと、その裾野を急速に広げようとしている。このような新しいプラットフォームにおけるゲームなどのコンテンツ制作を支える基本的なテクノロジーという側面からも、現在まだ広く使われている 3DCG を超えるような革新的な映像表示技術がそろそろ求められてきている。

ゲーム機としての立体ディスプレイには、

- (1) 3 次元画像をみるために専用の眼鏡などの観察装置や、特殊な光学系を必要としない

(株)ナムコ研究本部 (〒221-0031 横浜市神奈川区新浦島町 1-1-32 ニューステージ横浜) E-mail: miyazawa@rd.namco.co.jp

[†]たとえば <http://www.pong-story.com/thefirst.htm> など

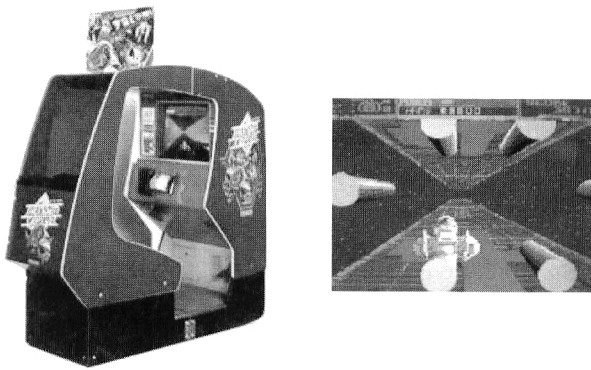


図1 「3-DサンダーセプターII」の筐体とゲーム画面（(株)ナムコ）（カラー口絵参照）。

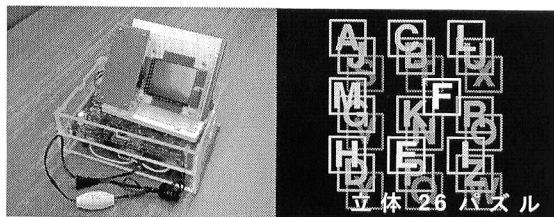


図2 リアルタイム立体視ディスプレイの試作機とその画面（カラー口絵参照）。

(2) 観察者が視点を移動すればそれに対応して別の方向から眺めた3次元画像をみることができる

(3) ビデオレートでの立体動画像の再生が可能であるといった条件が求められる。ステレオペアの作成が比較的容易なことから、二眼ステレオ視法として広く使われている2色眼鏡式やシャッター眼鏡+プロジェクション方式、眼鏡なしでもヘッドトラッキング技術を要するものは、基本的に回り込みの特性 (look-around property) をもたせることのできない二眼式であると考え、今回はこれらの技術の大部分を検討の対象外としている。しかし、過去のアーケードにおける実績からいえば、二眼式の（主に液晶シャッターによる）時分割方式を用いた代表的なタイトルには「スペースサブマリン・サブロック 3D」（セガ、1982年）や「3-DサンダーセプターII」（ナムコ、1986年、図1）、「コンチネンタルサーカス」（タイトー、1988年）などがあり、また家庭用ゲーム機にもファミコン「3Dシステム」向けの「ハイウェイスター」（スクウェア、1987年）などのタイトルや、任天堂の「バーチャルボーイ」（1995年）として商品化されてきたことは、すでにご承知のとおりである。

2. リアルタイム立体視ディスプレイの試作

眼鏡を使用しない、立体ディスプレイそれ自身で立体視が可能なるものを、英語では特に autostereoscopic displays とよぶことがある。これらは、視差の異なるいくつかの画像 (perspective views) を、左右各々の目に分離して提示

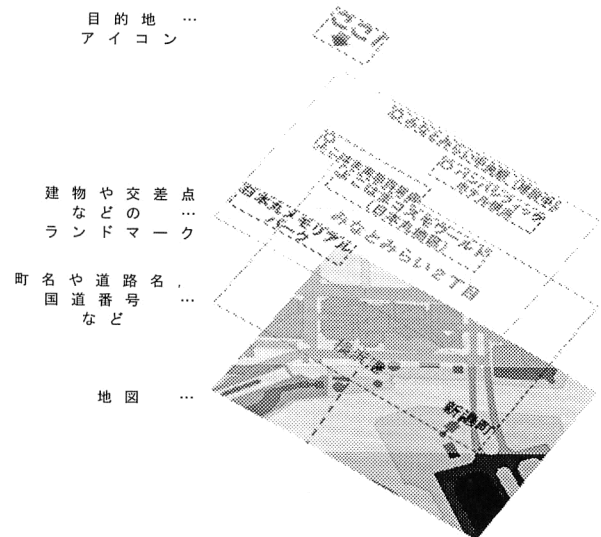


図3 複数の平面情報を奥行き方向に多層化して表示する方式（カラー口絵参照）。

する方式の違いによって分類される。光の回折、屈折や遮断を用いた、ホログラフィー、レンチキュラー（または蠅の目レンズ板）やパララックス・バリアーなどが一般的に知られている²⁾。単独のディスプレイに映像が映し出され、観察者に有限個のビューを提示するという特性において、レンチキュラーとパララックス・バリアーは多くの特徴を共有している。これらの方式では、まず物体を多方向から観察したときの離散的なビューがインターリーブされなければならない、それから視差の情報をデインターリーブするためのスクリーンが観察者と画像の間に置かれ、各々の目になが表示されるかを選んでいる。

筆者らは、現在から近い将来までを含めて、技術的にもコストの面からも一番現実的な多眼式（カラーで水平4眼と5眼）のリアルタイム立体視ディスプレイのシステムを、カラーの透過型液晶パネルとレンチキュラー平板マイクロレンズを組み合わせて、これを高集積エンベデッドPLD (programmable logic device) を用いたりコンフィギュラブルなプロセッサから動作させることによって実現した (図2)³⁾。コンピューターゲームの制作には欠かせない機能のひとつであるスプライトを表示するグラフィックス・サブシステムのハードウェアが、このインターリーブ処理をアシストすることが大きな特徴となっている。

3. 立体画像技術の新しい応用分野

インターリーブ・システムを用いた立体ディスプレイの技術は、すなわち元になるディスプレイの（水平垂直方向の）解像度の一部を、奥行き方向に展開するためのものといえることができる。このようなディスプレイの応用は数多く考えられるが、そのほとんどが現実の世界に

ある立体オブジェクトの姿を，できる限り忠実にディスプレイ上に映すものである。しかし，はたしてそれだけが立体ディスプレイの応用なのであろうか。映すためのディスプレイ装置と，映されるオブジェクトの組み合わせという観点から，各種のディスプレイ技術とその変遷をたどってみると，

- (1) 平面オブジェクトを平面ディスプレイに映す
- (2) 立体オブジェクトを平面ディスプレイに映す
- (3) 立体オブジェクトを立体ディスプレイに映す

などの方式がまず挙げられる。(1)はテレビ放送，(2)は主にパーソナルコンピュータやゲーム機の普及によって，それぞれ目覚ましい発展を遂げてきた。今後は，残る1つの組み合わせ，

- (4) 平面オブジェクトを立体ディスプレイに映す

ことの有用性を検証していく必要がある。

この方式は，図3に示すとおり，文字や図形，マーカーなど，ひとまとまりの情報に異なる視差を意図的に与えることによって，これらの平面情報を奥行き方向に多層化して表示し，観察者が確認しやすいような構成にするためのものである。また，このときの奥行き方向の位置は，その情報の重要性が変化したときなどに応じてオン・ザ・フラ

イに調整することもできる（自然界の物理的な表現から始めるものを scientific visualization とよぶのに対して，最近では，コンピュータユーザーの認識能力を増幅するために，抽象データに視覚的な処理を適用することは information visualization とよばれている⁴⁾）。立体画像技術の新しい応用が，実世界と仮想世界の両方における距離感や奥行き方向の情報をユーザーにとって自然な形で表現するための，新たなユーザーインターフェース開発のきっかけになることが期待される。

文 献

- 1) 宮沢 篤，武田政樹，柳原孝安：コンピュータゲームのテクノロジー，岩波科学ライブラリー（岩波書店，1999）。
- 2) 宮沢 篤，田村 徹，大淵竜太郎：“3次元映像のテクノロジー”，情報処理，38（1997）182-188。
- 3) 宮沢 篤，花田雅亮，伊丹克企，石井源久：“立体視ゲーム・コンソールのアーキテクチャとモバイル・マルチメディア環境への応用”，3次元画像コンファレンス2000（2000）pp.1-4。
- 4) S. K. Card, G. G. Robertson and J. D. Mackinlay: “The Information Visualizer: An information workspace,” *ACM Conference on Human Factors in Computing Systems* (ACM, 1991) pp. 181-188.

(2002年1月12日受理)